

Dem Unsichtbaren auf der Spur

Optische Wegmesstechnik ermöglicht das Positionieren auf wenige Nanometer genau

Elektromagnetische Strahlung aus Synchrotronen ermöglicht Physikern, für den Menschen zunächst unsichtbare Phänomene im Bereich atomarer und molekularer Strukturen sichtbar zu machen. Die für zahlreiche Untersuchungen benötigte monochromatische Strahlung erhält man durch Filter auf der Basis von Kristallen oder optischen Gittern. Um die Filter mit Genauigkeiten von wenigen Nanometer linear und schwenkend zu positionieren, nutzt die FMB Feinwerk- und Messtechnik GmbH in Berlin optische Messsysteme von der Renishaw GmbH, Pliezhausen.

Elektromagnetische Strahlung unterschiedlicher Wellenlängen bzw. Schwingungsfrequenzen, im weitesten Sinne Licht, ermöglicht Physikern, nahezu beliebige Vorgänge auch im Bereich atomarer Strukturen sichtbar zu machen. Zur Erzeugung dieser Strahlung dienen Synchrotrone. Elektronen bewegen sich in einem Speicherring mit nahezu Lichtgeschwindigkeit und geben, wenn sie durch Magnete abgelenkt werden, Photonen im Spektrum vom Infraroten bis zu harter Röntgenstrahlung mit sehr hoher Intensität ab (Synchrotronstrahlung). Diese Strahlung wird für vielfältigste Anwendungen in den Bereichen Physik, Biologie, Medizin, Werkstoffforschung, Halbleitertechnologie und Mikromechanik genutzt. Ihre Wechselwirkung mit entsprechenden Proben ermöglicht Rückschlüsse auf deren atomaren und molekularen Strukturen.

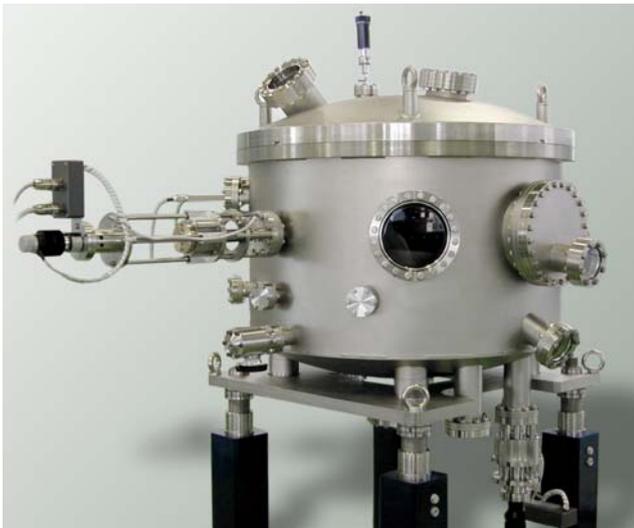


Bild 1. Filter für Elektronensynchrotron

Für die meisten Versuche mit benötigen die Wissenschaftler monochromatische Strahlung. Diese besteht aus einem sehr schmalen Spektrum an Wellenlängen, ideal aus nur einer einzelnen. Man nutzt spezielle Filter, um monochromatische Strahlung aus dem breiten Strahlungsspektrum der Synchrotrone zu erhalten. Diese bestehen im Wesentlichen aus Kristallen oder Gittern, die sich im Strahl befinden. Um die jeweils benötigte

Wellenlängen aus dem breiten Spektrum filtern zu können, müssen die Kristalle bzw. Gitter bei Genauigkeiten im Bereich weniger Nanometer linear und schwenkend positioniert werden. Auf die Entwicklung und den Bau solcher Komponenten für Synchrotron-Beamlines hat sich die FMB, Feinwerk- und Messtechnik GmbH in Berlin spezialisiert. Für eine Vielzahl an Synchrotronen und physikalischen Labors in aller Welt haben die Fachleute in Berlin bereits spezielle Anlagen, z. B. die genannten Monochromatoren, verwirklicht.

Hohe Genauigkeit in ungewöhnlicher Umgebung gefordert

Allerdings benötigen sie für diese Laborgeräte immer wieder Maschinenelemente und Komponenten mit speziellen, ungewöhnlichen Eigenschaften. Beispielsweise müssen die Messsysteme zum Positionieren der Filter für Synchrotronstrahlung zum einen reinraumtauglich, zum anderen für den Einsatz im Ultrahochvakuum (bis 10⁻¹⁰ mbar) geeignet sein. Nur dann lassen sie sich möglichst nah an den Filtern montieren. Das vermeidet Positionierabweichungen durch elastische Verformungen von Übertragungselementen. So kann man die geforderten Positioniergenauigkeiten im Bereich weniger Nanometer erreichen. Diese Forderungen nach einer Eignung für den Einsatz in ungewöhnlichen Umgebungsbedingungen und nach hohen Genauigkeiten erschweren die Auswahl eines praxistauglichen Messsystems zum linearen und schwenkenden Positionieren der Kristalle und Gitter.

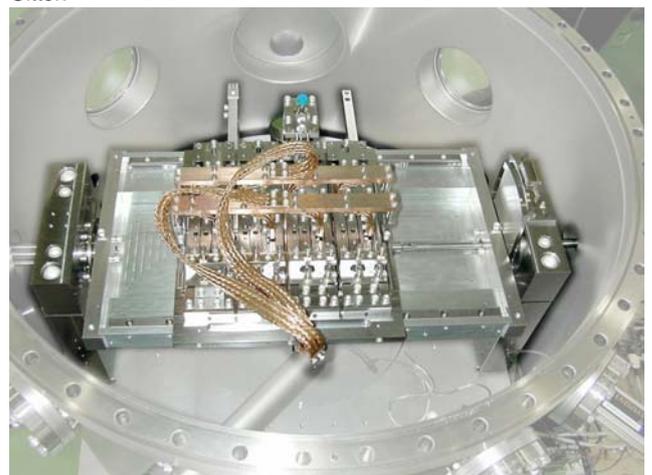


Bild 2. Die auf dem Linearschlitten und auf einem Kreissegment der Schwenkachse (rechts) angeordneten, optischen Wegmesssysteme RGH25 ermöglichen Positioniergenauigkeiten von wenigen Nanometer unter Reinraumbedingungen und im Hochvakuum

Optisches System hochgenau, reinraumtauglich und verschleißfrei

Nach einigen Vergleichen unterschiedlicher Konzepte hat sich das optische Messsystem RGH25 UHV von Renishaw als besonders geeignet erwiesen. Es besteht aus einem Lesekopf und einem flexiblen Band mit der Maßeinteilung. Der Lesekopf tastet berührungslos das Band mit der Maßeinteilung ab. Da dabei kein Abrieb und kein Verschleiß entstehen, eignet sich dieses System zum Einsatz im Reinraum. Darüber hinaus sind die Leseköpfe voll vakuumtauglich. Sie geben keine vakuumschädlichen Verunreinigungen, z. B. Kohlenwasserstoffe (Fette oder Öle) ab. Zudem übersteht das optische Messsystem unbeschadet Temperaturen bis +120 °C. Dies ermöglicht den für Erreichen eines Ultrahochvakuums notwendigen "Ausheizprozess".

Um die Filter (Kristalle, Gitter) in einer linearen und einer schwenkenden Achse zu positionieren, benötigt die Steuerung zwei unterschiedliche Messsignale. Deshalb haben die Berliner Feinwerk- und Messtechniker ein optisches Messsystem auf dem Lineartisch und ein zweites auf einem Kreissegment an der Schwenkachse des optischen Gitters angeordnet. Dazu waren lediglich das Maßband aufzukleben und der Lesekopf zentrisch auf die Maßeinteilung auszurichten. Letzteres vereinfacht wesentlich die in der Interpolatoreinheit eingebaute Elektronik. Anhand einer Leuchtanzeige (LED) erkennt der Monteur, dass der Lesekopf sich an der richtigen Position befindet.

Mit dieser Anordnung des Messsystems RGH25 von Renishaw lassen sich die Kristallgitter auf 50 bis 100 nm Genauigkeit linear und schwenkend positionieren. Das Messsystem selbst ermöglicht Wiederholgenauigkeiten bis zu 10 nm. Durch seine robuste Ausführung und den verschleißfreien Betrieb hat es sich in zahlreichen solchen Anwendungen bereits bestens bewährt.

HERSTELLER:

RENISHAW GMBH
KARL-BENZ-STR. 12

D- 72124 PLIEZHAUSEN
TELEFON: 07127 9810
FAX: 07127 88237

REDAKTION:

machPR
DIPL.-ING.KONRAD MÜCKE
OBERE RINGSTR. 18

D- 79859 SCHLUCHSEE
TELEFON: 07656 436
FAX: 07656 9246